

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-121550

(43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int.Cl. G01N 21/17
A61B 10/00
G01N 21/27

(21)Application number : 10-295696

(71)Applicant : JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY
CORP

(22)Date of filing : 16.10.1998

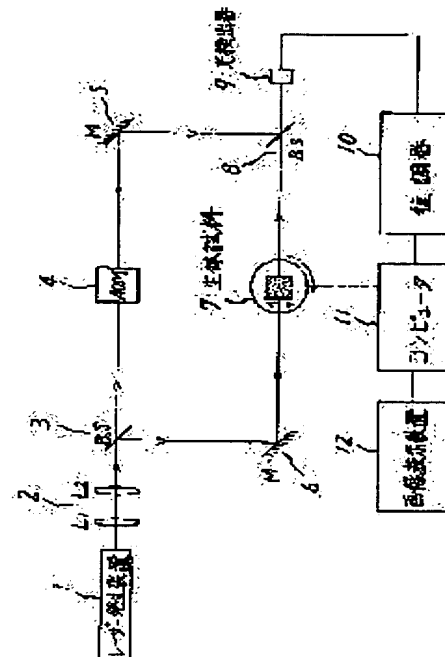
(72)Inventor : ICHIMURA TSUTOMU

(54) METHOD FOR DETECTING IMAGE OF ORGANISMIC SAMPLE BY HETERODYNE DETECTION AND ITS DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and device for detecting the image of an organismic sample by more practical and reliable heterodyne detection.

SOLUTION: One of two light fluxes is a signal light flux for obtaining the transmission diffraction image of an organismic sample 7 on which spatial speckle correction processing has been performed. The other light flux is a reference light flux to be superimposed on the above-mentioned transmission diffraction image. A difference in length is provided between the optical path of the reference light flux and that of the signal light flux. The signal light flux is superimposed on the reference light flux to be two light fluxes and are detected by a photodetector 9, and the detected intermediate frequency signal is demodulated. Then, the demodulated signal is subjected to data processing to display the image of the organismic sample 7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-121550

(P2000-121550A)

(43)公開日 平成12年4月28日(2000.4.28)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード*(参考)

G 0 1 N 21/17

G 0 1 N 21/17

6 3 0

2 G 0 5 9

A 6 1 B 10/00

A 6 1 B 10/00

E

G 0 1 N 21/27

G 0 1 N 21/27

H

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平10-295696

(22)出願日

平成10年10月16日(1998.10.16)

(71)出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72)発明者 市村 勉

山形県山形市飯田西3丁目3-4-401

(74)代理人 100089635

弁理士 清水 守

Fターム(参考) 2G059 AA03 BB12 EE01 EE02 FF01

FF08 GG01 JJ02 JJ22 JJ30

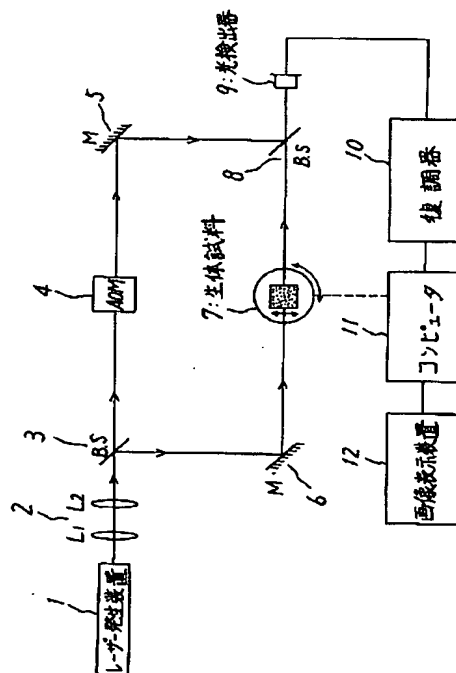
KK04 LL01 MM01 MM03

(54)【発明の名称】 ヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法及びその装置

(57)【要約】

【課題】 より実用的な信頼性の高いヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法及びその装置を提供する。

【解決手段】 一方を生体試料7の空間的スペックル補正処理を行った透過回折像を得る信号光束とし、他方を前記透過回折像と重ね合わせる参照光束とし、参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめ、前記信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を光検出器9で検出し、この検出された中間周波数信号を復調し、この復調された信号のデータ処理を行い、生体試料7の画像を表示する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】(a) 一方を生体試料の空間的スペックル補正処理を行った透過回折像を得る信号光束とし、

(b) 他方を前記透過回折像と重ね合わせる参照光束とし、(c) 該参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめ、(d) 前記信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を二次元検出器で検出し、(e) 該検出された中間周波数信号を復調し、(f) 該復調された信号のデータ処理を行い、生体試料の画像を表示することを特徴とするヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法。

【請求項2】(a) 一方を生体試料の透過回折像を得る信号光束とし、(b) 他方を前記透過回折像と重ね合わせる参照光束とし、(c) 該参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめ、(d) 各画素の出力を加算平均することにより、時間的スペックル補正処理を行い信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を二次元検出器で検出し、(e) 該検出された中間周波数信号を復調し、(f) 該復調された信号のデータ処理を行い、生体試料の画像を表示することを特徴とするヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法。

【請求項3】(a) 一方を生体試料の空間的スペックル補正処理を行った反射回折像を得る信号光束とし、

(b) 他方を前記反射回折像と重ね合わせる参照光束とし、(c) 該参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめ、(d) 前記信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を二次元検出器で検出し、(e) 該検出された中間周波数信号を復調し、(f) 該復調された信号のデータ処理を行い、生体試料の画像を表示することを特徴とするヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法。

【請求項4】(a) 一方を生体試料の反射回折像を得る信号光束とし、(b) 他方を前記反射回折像と重ね合わせる参照光束とし、(c) 該参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめ、(d) 各画素の出力を加算平均することにより時間的スペックル補正処理を行い信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を二次元検出器で検出し、(e) 該検出された中間周波数信号を復調し、(f) 該復調された信号のデータ処理を行い、生体試料の画像を表示することを特徴とするヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法。

【請求項5】(a) 光源としてのレーザーと、(b) 該レーザーが照射される生体試料の空間的スペックル補正手段と、(c) 該空間的スペックル補正が行われた透過回折像を得るための信号光束を生成する手段と、(d) 前記透過回折像と重ね合わせた参照光束を生成する手段と、(e) 前記参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめる手段と、(f) 前記信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を検出する二次元検出器と、(g) 該検出された中間周波数信号を復調する手

段と、(h) 該復調された信号のデータ処理を行うコンピュータと、(i) 生体試料の画像を表示する表示装置とを具備することを特徴とするヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置。

【請求項6】(a) 光源としてのレーザーと、(b) 該レーザーが照射される生体試料の透過回折像を得るための信号光束を生成する手段と、(c) 前記透過回折像と重ね合わせた参照光束を生成する手段と、(d) 前記参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめる手段と、(e) 各画素の出力を加算平均することにより時間的スペックル補正処理を行い信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を検出する二次元検出器と、(f) 該検出された中間周波数信号を復調する手段と、(g) 該復調された信号のデータ処理を行うコンピュータと、(h) 生体試料の画像を表示する表示装置とを具備することを特徴とするヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置。

【請求項7】(a) 光源としての部分的コヒーレント光と、(b) 該部分的コヒーレント光が照射される生体試料の空間的スペックル補正手段と、(c) 該空間的スペックル補正が行われた反射回折像を得るための信号光束を生成する手段と、(d) 前記反射回折像と重ね合わせた参照光束を生成する手段と、(e) 前記参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめる手段と、(f) 信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を検出する二次元検出器と、(g) 該検出された中間周波数信号を復調する手段と、(h) 該復調された信号のデータ処理を行うコンピュータと、(i) 生体試料の画像を表示する表示装置とを具備することを特徴とするヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置。

【請求項8】(a) 光源としての部分的コヒーレント光と、(b) 該部分的コヒーレント光が照射される生体試料の反射回折像を得るための信号光束を生成する手段と、(c) 空間的スペックル補正が行われた反射回折像を得るための信号光束を生成する手段と、(d) 各画素の出力を加算平均することにより時間的スペックル補正処理を行い信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を検出する二次元検出器と、(e) 該検出された中間周波数信号を復調する手段と、(f) 該復調された信号のデータ処理を行うコンピュータと、(g) 生体試料の画像を表示する表示装置とを具備することを特徴とするヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置。

【請求項9】 請求項5又は7記載のヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置において、前記空間的スペックル補正手段は、信号光束に対する前記生体試料の表面に、該生体試料の表面付近の光学的屈折率に等しい物質を該生体試料の表面の凹凸がなくなるように塗布し、その表面を整形し、信号光束の空間コヒーレンスが崩れるのを防ぐようにしたことを特徴とするヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置。

【請求項10】 請求項6又は8記載のヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置において、前記時間的スペックルを補正する手段は、検出面となる生体表面又は生体内部の検出光束面のビート成分の出力強度を求めるのを、光学系にて前記検出光束面を拡大し、拡大した光束を複数個に分割して独立にヘテロダイン検波し、その出力の加算平均を求めることを特徴とするヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法及びその装置に係り、特に、その透視画像検出、断層画像検出に関するものである。

【0002】

【従来の技術】レーザーなど外部光源を用いて生体に光を照射し、その透過光あるいは反射測定を測定して画像化し、これにより生体内部の形態情報、機能情報を得ようとする方法の開拓が世界的に注目されている。これからの高齢化社会を踏まえて、疾病の早期発見・予防、更には機能状況の継続的把握のための、無侵襲、非接触、より安全（脱アイソトープ、脱放射線）な計測方法として「光CT (Optical Computed Tomography)」に代表される光計測法あるいは画像計測診断装置への期待が急速に高まってきている。

【0003】既に、本願発明者等は、光ヘテロダイン検出法に基づくCDI (Coherent Detection Imaging) 法（例えば、特開平2-150747号公報参照）あるいは、光波反射測定装置（例えば、特公平6-35946号公報参照）を提案している。これらは、試料を透過直進光あるいは反射直進光と参照光束を重ね合せ、その干渉によるビート成分を1個の0次元検出器で検出し、画像化は試料又は光束を走査することにより行っていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の光断層像画像化装置では、その試料を生体とした場合には、生体表面のランダムな凹凸により照射光の空間コヒーレンスが崩れ、検出面で空間的スペックルが生じる。また、生体内部の媒質の吸収の変化や屈折率の変化により時間的スペックルが生じるといった問題があり、これらの問題は十分に解決されておらず、技術的に満足のいくものではなかった。

【0005】本発明は、上記した従来の光断層像画像化を更に発展させて、より実用的な信頼性の高いヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、生体試料表面の凹凸により生じる空間的

スペックルを軽減するための補正処理は、生体表面にそれと略等しい透明の屈折率物質を、表面を鏡面にして塗布することにより行われる。一方、時間的スペックルを軽減するための補正処理には、従来1個の0次元検出器でビート成分を検出していたものを、生体表面または生体内部に焦点を合わせた2個のレンズにより成り立つ結像系と、この結像系からの2光束を平行光束に置換するレンズにより平行光束を得て、その光束を複数個の検出器で、それぞれ独立に検出し、その加算平均を求めることにより行われる。即ち、従来1個の検出器で2光束が重ね合わされた部分を面積積分して検出していたものを、光学系を用いて検出光束面を拡大し、拡大した光束を分割して独立にヘテロダイン検波し、その出力の加算平均を求めることにより、時間的スペックル補正が行われるようにする。

【0007】これらは、一つ目は、レーザーを用いて透過像を検出する従来のヘテロダイン検波（特開平2-150747号公報参照）に採用する。二つ目は、部分的コヒーレント光を用いて反射断層像を検出する従来のヘテロダイン検波（特公平6-35946号公報参照）に採用する。以下、本発明の課題を解決するための手段は、以下のようである。

【0008】〔1〕ヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法において、一方を生体試料の空間的スペックル補正処理を行った透過回折像を得る信号光束とし、他方を前記透過回折像と重ね合わせる参照光束とし、この参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめ、前記信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を二次元検出器で検出し、この検出された中間周波数信号を復調し、この復調された信号のデータ処理を行い、生体試料の画像を表示するようにしたものである。

【0009】〔2〕ヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法において、一方を生体試料の透過回折像を得る信号光束とし、他方を前記透過回折像と重ね合わせる参照光束とし、この参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめ、各画素の出力を加算平均することにより、時間的スペックル補正処理を行い信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を二次元検出器で検出し、この検出された中間周波数信号を復調し、この復調された信号のデータ処理を行い、生体試料の画像を表示するようにしたものである。

【0010】〔3〕ヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法において、一方を生体試料の空間的スペックル補正処理を行った反射回折像を得る信号光束とし、他方を前記反射回折像と重ね合わせる参照光束とし、この参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめ、前記信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を二次元検出器で検出し、この検出された中間周波数信号を復調し、この復調された信号のデータ処理を行い、生体試料の画像を表示するようにしたものである。

【0011】〔4〕ヘテロダイン検波による生体試料の画像検出方法において、一方を生体試料の反射回折像を得る信号光束とし、他方を前記反射回折像と重ね合わせる参照光束とし、この参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめ、各画素の出力を加算平均することにより時間的スペックル補正処理を行い信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を二次元検出器で検出し、この検出された中間周波数信号を復調し、この復調された信号のデータ処理を行い、生体試料の画像を表示するようにしたものである。

【0012】〔5〕ヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置において、光源としてのレーザーと、このレーザーが照射される生体試料の空間的スペックル補正手段と、この空間的スペックル補正が行われた透過回折像を得るための信号光束を生成する手段と、前記透過回折像と重ね合わせた参照光束を生成する手段と、前記参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめる手段と、前記信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を検出する二次元検出器と、この検出された中間周波数信号を復調する手段と、この復調された信号のデータ処理を行うコンピュータと、生体試料の画像を表示する表示装置とを具備するようにしたものである。

【0013】〔6〕ヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置において、光源としてのレーザーと、このレーザーが照射される生体試料の透過回折像を得るための信号光束を生成する手段と、前記透過回折像と重ね合わせた参照光束を生成する手段と、前記参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめる手段と、各画素の出力を加算平均することにより時間的スペックル補正処理を行い信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を検出する二次元検出器と、この検出された中間周波数信号を復調する手段と、この復調された信号のデータ処理を行うコンピュータと、生体試料の画像を表示する表示装置とを具備するようにしたものである。

【0014】〔7〕ヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置において、光源としての部分的コヒーレント光と、この部分的コヒーレント光が照射される生体試料の空間的スペックル補正手段と、この空間的スペックル補正が行われた反射回折像を得るための信号光束を生成する手段と、前記反射回折像と重ね合わせた参照光束を生成する手段と、前記参照光束の光路長を信号光束の光路長に対して光路差を生ぜしめる手段と、信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を検出する二次元検出器と、この検出された中間周波数信号を復調する手段と、この復調された信号のデータ処理を行うコンピュータと、生体試料の画像を表示する表示装置とを具備するようにしたものである。

【0015】〔8〕ヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置において、光源としての部分的コヒーレント光と、この部分的コヒーレント光が照射される生体試

料の反射回折像を得るための信号光束を生成する手段と、空間的スペックル補正が行われた反射回折像を得るための信号光束を生成する手段と、各画素の出力を加算平均することにより時間的スペックル補正処理を行い信号光束と参照光束を重ね合わせた二光束を検出する二次元検出器と、この検出された中間周波数信号を復調する手段と、この復調された信号のデータ処理を行うコンピュータと、生体試料の画像を表示する表示装置とを具備するようにしたものである。

【0016】〔9〕上記〔5〕又は〔7〕記載のヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置において、前記空間的スペックル補正手段は、信号光束に対する前記生体試料の表面に、この生体試料の表面付近の光学的屈折率に等しい物質をこの生体試料の表面の凹凸がなくなるように塗布し、その表面を整形し、信号光束の空間コヒーレンスが崩れるのを防ぐようにしたものである。

【0017】〔10〕上記〔6〕又は〔8〕記載のヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置において、前記時間的スペックルを補正する手段は、検出面となる生体表面又は生体内部の検出光束面のビート成分の出力強度を求めるのを、光学系にて前記検出光束面を拡大し、拡大した光束を複数個に分割して独立にヘテロダイン検波し、その出力の加算平均を求めるようにしたものである。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明にかかるヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置の概略全体構成図である。この図において、1はレーザー（CWレーザー）発生装置、2はレンズ系、3はビームスプリッタ（BS1）、4はAOM（超音波光モジュレータ）、5はミラー（M1）、6はミラー（M2）、7はパルスステージを備える生体試料、8はビームスプリッタ（BS2）、9は光検出器、10は復調器、11はコンピュータ、12は生体試料の画像表示装置である。

【0019】狭スペクトル線幅のCWレーザー発生装置1の出力は、ビームスプリッタ3により生体試料7に向かう信号光と、参照光（局部発振光）に2分される。参照光はAOM4によって所定の周波数シフト（例えば、2個のAOMを用いたとき、その差の周波数100kHz）を受ける。信号光は生体試料7を透過すると相当減衰するが、ビームスプリッタ8を通して参照光と波面整合のうえ重畳され光検出器9で、その中間周波数が電気信号（IF信号）として検出される。

【0020】この光ヘテロダイン検出法では、重ね合わせる両光ビームの波面と偏波面が一致しないとヘテロダイン検出であるビート成分の検出効率が顕著に低下するため、見かけ上の透過直進光成分のみを選択的に検出できる鋭い指向性と散乱除去効果特性を備えている。また、検出されるIF信号は、信号光と参照光の振幅の積

に比例するために、信号光が微弱でも参照光強度の最適化により、高感度特性が得られる。このシステムでは、例えば、 10^{-16} W程度の極微弱光を容易に検出することができ、測定系のダイナミックレンジは120 dB以上である。

【0021】IF信号は、試料台（図示なし）の移動あるいは回転のステップに合わせて、コンピュータ11に取り込まれ、それぞれの信号光ビームの方向に対応して投影定理に基づきデータ処理され、生体試料の透視画像や断面画像などの画像情報が表示装置12に表示される。このシステムの空間分解能は入射レーザービームに依存するが、例えば、直径 $500\mu\text{m}$ のビームにより最高で約 $250\mu\text{m}$ の分解能が得られる。

【0022】しかしながら、このような試料が生体試料7である場合には、特に、スペックル補正を行う必要が生じる。本発明によれば、そのスペックル補正には、

(1) 空間的スペックル補正と、(2) 時間的スペックル補正とを施すようにする。まず、空間的スペックル補正について説明する。

【0023】図2は本発明の第1実施例を示す生体試料の画像検出における空間的スペックル補正装置を示す図である。この図において、20は生体試料、21は表面に設けられるガラス、22は生体試料20の表面とガラス21間を埋める等屈折率媒質である。つまり、信号光束に対する生体試料20の表面付近は、光学的屈折率に等しい物質で生体試料20の表面の凹凸がなくなるように整形処理する。

【0024】このように、第1実施例によれば、生体試料の入射面、射出面に略等光学的屈折率媒質を付着することにより、空間的スペックル補正を行うことができる。つまり、生体試料表面のランダムな凹凸により生じる、生体試料の入射面、射出面の信号光束の空間コヒーレンス（空間位相コヒーレンス）が崩れるのを防ぐことができる。

【0025】次に、時間的スペックル補正について説明する。図3は本発明の第2実施例を示す生体試料の画像検出における透過型時間的スペックル補正装置を有するヘテロダイン検波による生体試料の画像検出システム構成図である。この図において、31はレーザー（CWレーザー）発生装置、32はレンズ系、33はビームスプリッタ（BS1）、34は生体試料、34Aは試料のx-y走査ステージ、35は1個の検出器でヘテロダイン検波するのではなく、複数個の検出器でヘテロダイン検波して加算平均するために、生体表面又は生体内部に焦点を合わせた検出光束面拡大光学系で、35Aは0次元以外の空間高周波成分をカットする空間フィルター、36はビームスプリッタ（BS2）、37はミラー（M1）、38は光学的周波数シフター、39はレンズ系、40はミラー（M2）、41は複数の検出器、50は復調器であり、この復調器50は、前置増幅器51、バン

ドパスフィルタ52、増幅器53、整流器54から構成されている。55は整流器54に接続されるコンピュータ、56は生体試料の画像表示装置である。

【0026】そこで、複数の検出器41から得られたヘテロダイン信号出力は、多チャンネル信号収集システムを用いることにより、リアルタイムに瞬時に得ることができる。その各チャンネルには、例えば、23 dBの前置増幅器（アナログモジュール710-47）51、バンドパスフィルタ（ミニ・サーキットSHP-300）52、23 dBの増幅器（ミニ・サーキットZFL-500）53及びマイクロウェーブ検出器として用いられる整流器（Narda 4503）54が設けられ、その多チャンネル信号が、例えば、CAMACシステムで制御されるコンピュータ55に送られる。そこで、データ処理が行われ、生体試料の画像表示装置56に生体試料の透視画像や断面画像などの画像情報が表示される。

【0027】このように、第2実施例によれば、レーザー光を生体試料34に照射し、生体の光束出射面となる生体表面又は生体内部に焦点を合わせた焦点距離 f_1 のレンズを射出した光束を、焦点距離 f_2 のレンズを（ $f_1 + f_2$ ）の距離に配置して、空間フィルター35Aの位置に集光する。焦点距離 f_2 のレンズ後方（ $f_2 + f_3$ ）の位置に配置された f_3 のレンズにより、 f_3 の位置に配置された2次元検出器41に入射検出される。このとき、参照光束を2次元検出器41の入射面で、信号光束と同等の大きさのビームとし、重ね合わせてヘテロダイン検出される。

【0028】これは、本発明で示されている2次元検出器41を大きな0次元検出器に置き換えるのと等価的に従来の1個の検出器のヘテロダイン検出と同じになる。レンズ f_1 の焦点面と空間フィルター35Aは、共焦点関係にあるためレンズ f_1 の焦点面を表面に合わせると表面が検出光束面に、レンズ f_1 の焦点面を内部に合わせると、その焦点面が検出光束面になる。この検出光束面は、透過直進光も多重散乱光も入っているため、時間的に干渉光が変動する時間的スペックルを生じる。

【0029】これをレンズ光学拡大系を用いて、複数のヘテロダイン検出ができる光束とし、複数のヘテロダイン検出を行うと、各ヘテロダイン検出の時間的スペックルは、変動分が小さくなり、各々の加算平均は、1個の検出器の変動分により小さくなり、結果的に時間的スペックル補正ができる。そして、復調器50により各々のヘテロダイン検出を行うことができる。

【0030】その場合に、生体試料34を透過した散乱光は、空間フィルター35Aで除去される。図4は本発明の第3実施例を示す生体試料の画像検出における反射型時間的スペックル補正装置を有するヘテロダイン検波による生体試料の画像検出システム構成図である。

【0031】この図において、61は部分的にコヒーレント光を得る発光素子、62はレンズ系、63はビーム

スプリッタ（ハーフミラー）、64は周波数シフター（PZT）を有するミラー、65は生体試料、66は照射ビーム拡大光学系、66Aは空間フィルター、67は2次元光検出器、70は復調器であり、この復調器70は前置増幅器71、バンドパスフィルタ72、増幅器73、整流器74から構成されている。81はコンピュータ、82は生体試料の画像表示装置である。

【0032】そこで、2次元光検出器67からのヘテロダイン信号出力は、多チャンネル信号収集システムを用いることにより、リアルタイムに瞬時に得ることができる。その各チャンネルには、例えば、23dBの前置増幅器（アナログモジュール710-47）71、バンドパスフィルタ（ミニ・サーキットSHP-300）72、23dBの増幅器（ミニ・サーキットZFL-500）73及びマイクロウェーブ検出器として用いられる整流器（Narda 4503）74が設けられ、その多チャンネル信号が、例えば、CAMACシステムで制御されるコンピュータ81に送られる。そこで、データ処理が行われ、生体試料の画像表示装置82に生体試料の透視画像や断層画像などの画像情報が表示される。

【0033】このように、第3実施例によれば、部分的コヒーレント光を生体試料65に照射し、散乱物体内部の興行き方向の屈折率の異なる地点からの反射光と、照射光の周波数を周波数シフター64でシフトされた参照光とを合成する合成手段としてのハーフミラー63で合成する。この合成された光を光電変換するのに、照射ビーム拡大光学系（レンズ系）66を用いてビームを拡大する。

【0034】このレンズ光学拡大系を用いて、複数のヘテロダイン検出ができる光束とし、複数のヘテロダイン検出を行うと、各ヘテロダイン検出の時間的スペックルは変動分が小さくなり、各々の加算平均は、1個の検出器の変動分より小さくなり、結果的に時間的スペックル補正ができる。その場合に、生体試料65を反射した散乱光は空間フィルター66Aでカットされる。

【0035】複数の検出器67以下は、第2実施例と同じなのでその説明は省略する。なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0036】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

（A）生体試料の極微弱光を的確に検出することができ、より実用的な信頼性の高い光ヘテロダイン検出法に基づく画像検出法を提供することができ、その実用的効果は著大である。

【0037】（B）検体が生体試料である場合、信号光束に対する前記生体試料の表面付近の光学的屈折率に等しい物質を、その生体試料の表面の凹凸がなくなるよう

にして整形処理して、信号光束の空間コヒーレンス（空間位相コヒーレンス）が崩れるのを防ぐようにしている。すなわち、セルに入れた散乱体とは異なり、検体が生体試料の場合は、表面の凹凸で空間コヒーレンスが崩れ、信号成分が極端に小さくなるのを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかるヘテロダイン検波による生体試料の画像検出装置の概略全体構成図である。

【図2】本発明の第1実施例を示す生体試料の画像検出における空間的スペックル補正装置を示す図である。

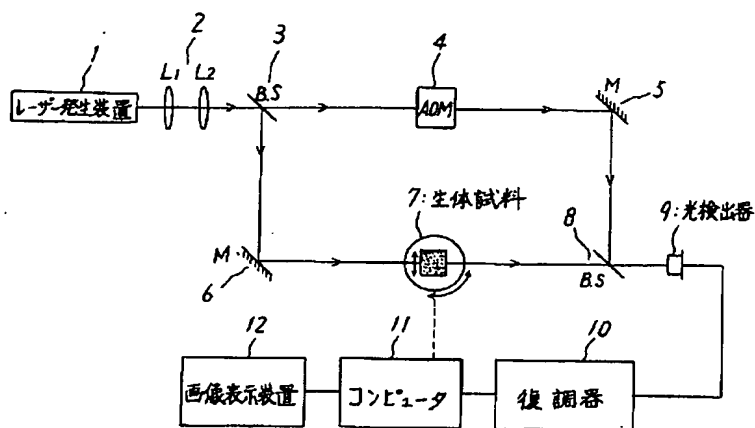
【図3】本発明の第2実施例を示す生体試料の画像検出における透過型時間的スペックル補正装置を有するヘテロダイン検波による生体試料の画像検出システム構成図である。

【図4】本発明の第3実施例を示す生体試料の画像検出における反射型時間的スペックル補正装置を有するヘテロダイン検波による生体試料の画像検出システム構成図である。

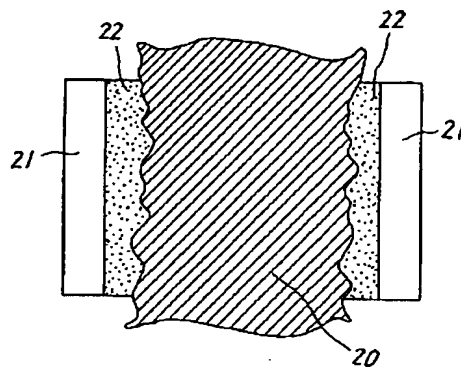
【符号の説明】

- 1, 31 レーザー（CWレーザー）発生装置
- 2, 32, 39, 62 レンズ系
- 3, 33 ビームスプリッタ（BS1）
- 4 AOM（超音波光モジュレータ）
- 5, 37 ミラー（M1）
- 6, 40 ミラー（M2）
- 7, 20, 34, 65 生体試料
- 8, 36 ビームスプリッタ（BS2）
- 9 光検出器
- 10, 50, 70 復調器
- 11, 55, 81 コンピュータ
- 12, 56, 82 生体試料の画像表示装置
- 21 ガラス
- 22 等屈折率媒質
- 34A 試料のx-y走査ステージ
- 35 検出光束面拡大光学系
- 35A 0次元以外の空間高周波成分をカットする空間フィルター
- 38 光学的周波数シフター
- 41 複数の検出器
- 51, 71 前置増幅器
- 52, 72 バンドパスフィルタ
- 53, 73 増幅器
- 54, 74 整流器
- 61 部分的にコヒーレント光を得る発光素子
- 63 ビームスプリッタ（ハーフミラー）
- 64 周波数シフター（PZT）を有するミラー
- 66 照射ビーム拡大光学系（レンズ系）
- 66A 空間フィルター
- 67 2次元光検出器

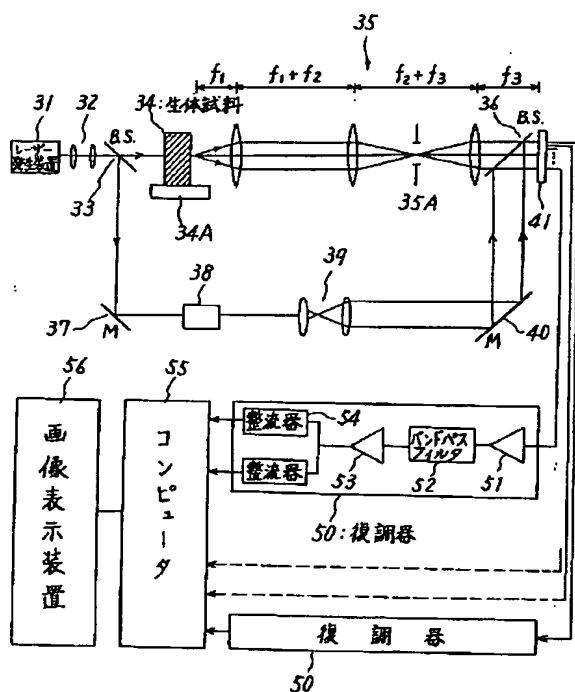
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

